

CONCLUDING REMARKS

Jiro Tanaka

Photon Factory, KEK

線型加速器の研究会も7回を教之、130の出席者、70余の報告提出を見るに至った。開催日教はこれまでの経緯から3日間に制約されており、従来通りのやり方では、この期間内に全てを尽くすことは不可能に近い。止むを得ず半数を口頭報告、のこりの半数をポスターによる報告とすることを試みた。或は不満を持つ方々もあったのではないと思われるが、会の運営とポスターセッションの持つ長所も合せ考えて頂き、不備のあつた点は御容謝頂きたい。

昨年の研究会以後、理研のHeavy ion linacとKEKの2.5 GeV Electron linacが新しく加わった。前者は吾国初のものであり、後者は最初のGeV級のものである。共に利用のための稼働に入ったことは、線型加速器発展のために喜ぶべきことであろう。

今回、この会が、放射光実験施設完成を記念する意味も含めて、KEKで開催されたのを機会に、放射光施設の見学、放射光利用の特別講演を特に加えさせて頂いた。従来とは異なる分野の研究に接して何等かの意義を見出して頂ければ幸である。

現状報告によれば吾国に於ける既設の代表的linacは、すべて当初の設計性能を十分に満足し、更に性能向上や新しい用途のために種々の改良が加えられている模様である。

そのなかで、Single bunchを含むShort pulse beamの電流増強が計られていることが、大きな流れの一つになっている様である。Single bunchの電荷量を増し、或はShort pulse beamの電流値を増大させるためには、電子銃を含む入射部の果す役割が大きいことは云うまでもない。そのため、各方向に互って、電子銃、短パルス発生、bunching、rf加速初期のbeam dynamics、集束等の問題が真剣に取上げられはじめた。

従来、Electron linacに於けるbunchの様子を直接知る手段としてのCerenkov light - Streak cameraの方法は、吾国が世界に先がけて大きな成果をあげてきたものであるが、今のところ、Streak cameraの限界が即、測定されるbunch幅の限界になって居り、S-bandに於ける測定値は、16 psが最小値であった。Bunchの様子を目で見ながらlinacの調整ができる長所は他の間接的方法では得難いものである。しかし、これかうまくいき過ぎたためか、他の方法がかえりみられなかった嫌があることも事実である。

bunchの加速電波に対する位相角と、beamのエネルギー幅の関係からbunch幅を間接的に知ることができる事は良く知られているところである。外国では、これを使ってbunch幅を測定したいくつかの報告がなされている。これは移相器とエネルギー-分析用電磁石があれば出来るものだが、付帯条件が充されていないと、信頼出来る結果にはつながらない。今回、適切な条件の下では、S-band linacに於けるbunch幅は予想通り数度(S-bandでは数ps)以内に収まっていることが示された。

しかし、何れの方法にも一長一短があり、一つの方法だけに頼ることなく、複数の方法で同時に測定比較したり、別個の方法を工夫したりする必要があろう。

加速中の *beam focusing* やその後の *beam transport* は、加速器の性能や加速器の有効利用のため欠くことの出来ないものである。これ等の技術は、今では略定石が確立してきた様に思われる。計算機によるシミュレーションの向上や経験の蓄積によるものであろう。通常の *beam* に対しては、略思い通りに、必要な場所へ、欲する形で運ばれるようになった。

*Linac* については、今後更に大電流や高精度の *beam* が要求されることが予想される。従来の *Q-magnet* や *Solenoid* を超えた集束系が我国から生れることを期待したい。

各種の *beam monitor* は、加速器の運転にとって、又 *beam* の診断を通じて加速器の改善に役立つばかりでなく、その応用範囲を広げるためにも重要である。

*Current transformer* については云えば *Linac* で最も多く使われている  $\mu\text{s}$  の領域では、忠実度精度共に充分実用に供せられている。しかし *Sub-ns*, *ps* 領域に於ける *nondestructive C.T.* の実用化が滞りしている感じがするのはどうした事であろうか。

*Profile monitor* については *destructive* ではあるが、耐久性のあるものの使用結果が示された。それ自身及び *TV* 等の *latitude* の関係が簡明でなく、従って *beam* の密度分布が余り明瞭でない等の短所はあるが、使用目的に応じて *latitude* の異なるものを選ぶことが出来たり、孔を開けたり、目盛を入れたりする工夫があれば便利な使い方も出来るに違いない。*Panofsky* 型 *loss monitor* も *Linac* に於ては、*beam* の透過率を向上するのに効果がある様子である。何れにしても、*Linac* それ自身大きなノイズ源であるから、より速く、高精度で信頼のおける *monitor* の開発には、ノイズ対策は切り離すことのできない課題である。

開発中の *Accelerator structure* として、*RFQ* や *DAW* の報告が多かったことも今回の特徴の一つと云うことができる。

*RFQ* によって、*low  $\beta$*  領域での集束、加速が同時に行える見込みがいついてきたことは *Heavy ion linac* にとっては福音であろう。両者共、ロシアで発明され、アメリカで実用化の見通しがつけられ、吾国でいち早く加速例が出て来たことは興味あることである。何れの報告に於ても、計算、モデル製作、*field* 測定等の結果が均一化されて居り、同一時期に同一レベルにあることは、参加者全体の技術レベルの向上によることは勿論であるが、我国に於ける総合的な工業技術のレベルが高くなってきているところにもよるもので、研究者とメーカー技術者との協力の成果ともみるべきものである。今後は *Original* なものの出現を期待したい。

高周波加速器、少なくとも *Linac* に於ては、その性能を左右するものは加速高周波にあると云っても過言ではあるまい。しかるに、今回も従来同様、高周波技術及びこれに関連する報告が期待した程多くなかったのは残念である。

加速器に使う高周波は、放送、通信用と異り、大出力であり猶且つ出力、周波数、位相共に高度の安定性が要求される。*Q* 値の高い加速空洞或は加速管と *MW* 以上の大電力増幅器とが直結され、立体回路や空洞内の *arcing*、ビーム負荷等の影響が直ちに増幅器にもどるのも余り他に例をみない。一方、その用途は放送、通信に比べそれ程一般性を持たない。

近年、通信技術の発展に伴い、高周波領域に於ても、真空管は半導体にとって代られつつあり、衰退の一途をたどっている感がある。低電力については、加速器の立場からみても歓迎すべきことであるが、大電力については置換は当分不可能であり、中電力では中途半端で困っておられる向きも少なくないであろう。この様に見てくると、加速器の高周波は加速器の関係者が支えていく以外に道はないように思われる。

近年、ある程度以上の規模を持つ機器、装置では、人手が得難くなってきたのに加えて、その機能をより効果的に発揮させるために、制御に計算機を導入するケースが多くなってきた。我国の加速器についても、事実ハードな部分は次第に整えられつつあり、今回もその成果の一部が報告された。Linacはパルス運転であり、大きなノイズをもつ特殊事情もあって、計算機による制御は多少その緒についたと云うのが実感である。

我国は計算機に関しては一般にソフトに弱いとも云われている。現に計算機を側にもつ加速器は少ないが、計算機が制御に十二分に活用されるに至っていない理由の一つになっているのであろう。

最後に、今回の研究会には、今までになく多数のメーカーの方々から報告が出された。これらの方々と同様の場で率直に意見を交すことが我国に於けるLinacの発展につながるものと考えられる。特殊な技術や新しい材料等の報告があったが、従来加速器を総合的に製造してきたとみられるところからは国外からの一割を除いてみられなかった。今後積極的に参加されることを期待したい。